

## ПОЛУЧЕНИЕ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МЕТАЛЛОВ БЕЗ ВЗАИМНОЙ РАСТВОРИМОСТИ

Целью работы является разработка технологий получения соединений металлов без взаимной растворимости (Cu-Ta) и получение опытных образцов биметаллических соединений и слоистых композиционных материалов методами сварки взрывом и кручения под давлением.

Переходная зона соединений, полученных методом сварки взрывом, исследована методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии. Проведены микродюрометрические измерения различных структурных составляющих этой зоны. Также получены образцы биметаллических соединений меди с танталом методом кручения под давлением (рис. 1).

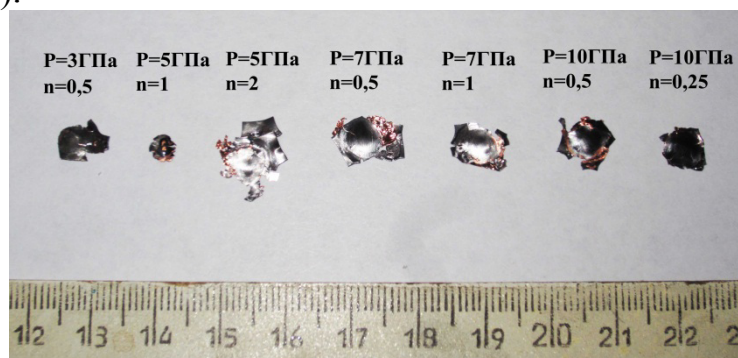


Рис. 1. Образцы Cu-Ta после кручения под давлением при различных режимах

Проведен сравнительный анализ процессов массопереноса и перемешивания в переходной зоне биметаллических соединений металлов без взаимной растворимости при получении соединений двумя способами: сваркой взрывом и кручением под давлением.

В случае соединений, полученных методом сварки взрывом, сцепление происходит за счет интенсивных, быстропротекающих процессов фрагментации, перемешивания и расплавления, происходящих в переходной зоне, в результате которых сначала формируется большая площадь вновь образующихся свободных поверхностей фрагментированных частиц из приповерхностных слоев свариваемых пластин, затем происходит перемешивание материалов: фрагментов за счет интенсивной высокоскоростной пластической деформации, а также за счет перемешивания частиц более тугоплавкого материала в расплаве более легкоплавкого. Формирующаяся твердофазная смесь фрагментированного

материала либо их суспензия при давлениях и деформации реализуемых в окрестности точки контакта играет роль связующей массы, которая заполняет все микропоры на контактной поверхности, обеспечивая при этом эффективную адгезию. Большая скорость охлаждения реализуется за счет теплоотвода в объем металлов и обеспечивает практически мгновенную кристаллизацию расплава и обеспечивает дальнейшую неразъемность (прочность) соединения. На рис. 2 представлена иллюстрация процессов, происходящих при сварке взрывом, немного отличающаяся от описанных выше представлений, происходящих в переходной зоне процессов, но тем не менее достаточно хорошо иллюстрирующая явление сварки взрывом.

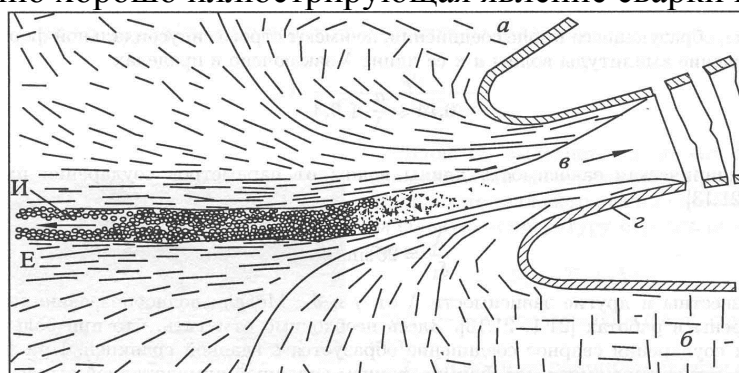


Рис. 2. Схема течения в поверхностных слоях соударяющихся пластин, возникающих при сварке взрывом [1]

В случае композитов, полученных методом кручения под давлением, соединение образуется в областях, где степень локализованной пластической деформации достигает максимального уровня. Граница полученного соединения волнообразна. Поведение двух вязких сред с учетом поверхностного натяжения в трехмерном случае обуславливает волнообразную геометрию границы раздела двух вязких металлов, движущихся с разными скоростями [2, 3].

Вопрос о механизмах получения биметаллического соединения методом сдвига под давлением следует считать дискуссионным.

#### Список использованных источников

1. *Андреев С.Г., Бабкин А.В., Баум Ф.А. [и др.]. Физика взрыва / под ред. Орленко : В 2 т. Т. 2. М.: Физматлит, 2002. 656 с.*

2. *Неклюдов И.М., Борц Б.В., Ткаченко В.И. Диссипативная неустойчивость Кельвина – Гельмгольца границы разнородных металлов при их совместной прокатке в вакууме // Физика и химия обработки материалов. 2010. № 5. С. 96–102*

3. *Неклюдов И.М., Борц Б.В., Пархоменко А.А., Фирстов С.А., Даниленко Н.И. Наноструктурные особенности массопереноса материалов, соединяемых в твердой фазе : материалы 51-й Междун. конф. «Актуальные проблемы прочности», 16–20 мая 2011 г., Харьков, Украина. С. 4.*

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ НА ОСНОВЕ Cr-Ni-Mo С ДОБАВЛЕНИЕМ Al И Si

В работе были проведены исследования стали 38Х2НМ дополнительно легированной кремнием и алюминием. Назначение – ответственные детали тяжелого и транспортного машиностроения типа осей; валов и другие высоконагруженные детали, а также детали, используемые в условиях низких температур.

Химический состав стали приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав исследуемых сталей

Плавка	Химический состав (весовые %)									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Mo	Ni	Al	Fe
2	0,29	0,53	0,18	0,006	0,014	2,46	0,24	0,83	1,7	остальное
3	0,35	0,54	0,16	0,006	0,014	2,06	0,27	0,75	0,06	остальное
8	0,29	0,57	1,64	0,006	0,014	2,05	0,23	0,75	0,03	остальное

Изучался распад переохлажденного аустенита при изотермическом и непрерывном охлаждении. Различными методами, такими как расчетный, дилатометрический и термический анализ определены критические точки рассматриваемых сталей. Полученные значения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Температура критических точек, °С

№ плавки	Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Mn
2	800	860	200
3	760	796	307
8	786	845	275

Легирование Si и Al существенно увеличивает межкритический температурный интервал (табл. 2), что облегчает проведение термической обработки.

Для стали 38Х2НМ рассмотрено влияние температуры аустенитизации на структуру и размер аустенитного зерна после закалки. С увеличением температуры нагрева под закалку происходит резкий рост аустенитного зерна. Изучено влияние термической обработки на характер

образующихся структур. Введение в сталь алюминия и кремния повышает количество феррита в структуре.

Определено влияние формирующихся структур на механические свойства исследуемых сталей после закалки и отпуска. Добавление алюминия увеличивает ударную вязкость при испытаниях вблизи комнатной температуры. Введение в сталь кремния приводит к значительному снижению показателей ударной вязкости.